TAM-30

ระบบบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ

มนตรี ไชยชาญยุทธ์[1]

[1]*Lecturer, Department of Electronics, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon, Thailand, 86160*

ผู้เขียนติดต่อ: มนตรี ไชยชาญยุทธ์ Email: kcmontre@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งระบบสามารถบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชจำพวกธัญพืช เช่น ข้าวข้าวโพด และถั่วเขียว โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์รับค่าข้อมูลวันที่เวลา น้ำหนักและชื่อเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการบรรจุ ไมโครคอนโทรเลอร์จะเก็บข้อมูลทั้งหมดลงหน่วยความจำอีอีพรอม พร้อมทั้งแสดงผลผ่านจอแอลซีดี จากนั้นสั่งมอเตอร์เปิดลิ้นปล่อยเมล็ดพันธุ์ลงในถุงบรรจุซึ่งวางบนโหลดเซลล์ เมื่อได้น้ำหนักตามต้องการ ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะสั่งมอเตอร์ปิดลิ้นปล่อยเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลจากอีอีพรอมไปแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS232จากการทดลองบรรจุถั่วเขียว ที่น้ำหนัก 500 กรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 2.81 วินาทีต่อถุง คิดเป็น1,000 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 1กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 5.24 วินาทีต่อถุง คิดเป็น650 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 19.36 วินาทีต่อถุง คิดเป็น178 ถุงต่อชั่วโมงโดยมีค่าผิดพลาดเฉลี่ยของการบรรจุเมล็ดถั่วเขียวเป็นร้อยละ 2.45 และสามารถบรรจุข้าวเปลือก ที่น้ำหนัก 500 กรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 4.30 วินาทีต่อถุง คิดเป็น827 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 11.37 วินาทีต่อถุง คิดเป็น303 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 36.03 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 98 ถุงต่อชั่วโมงโดยมีค่าผิดพลาดเฉลี่ยของการบรรจุเมล็ดข้าวเป็นร้อยละ 3.70

คำสำคัญ:เมล็ดพันธุ์; การบรรจุ; โหลดเซลล์

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชากรส่วนมากทำงานด้านเกษตรกรรม มีการผลิตวัตถุดิบที่เกี่ยวกับผลิตผลทางด้านเมล็ดพันธุ์พืชเป็นจำนวนมากและในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชจากการเกษตรของผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กต้องมีการชั่งโดยใช้เครื่องชั่งแบบเข็ม ในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชจากการเกษตร โดยต้องใช้คนในการอ่านค่าทุกครั้งทำให้จำนวนของการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชมีความล่าช้าและได้จำนวนน้อย เพื่อให้ได้การบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชจำนวนมากต้องใช้จำนวนคนที่มากขึ้นและต้องใช้เครื่องชั่งแบบเข็มจำนวนหลายเครื่อง ในการอ่านค่าน้ำหนักจากการชั่งของคนแต่ละคนไม่สามารถที่จะอ่านค่าได้ไม่แน่นอน ซึ่งเกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากเครื่องชั่งแบบเข็มหรือการอ่านค่าของผู้ที่บรรจุ จึงทำให้สินเปลืองค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานและจัดซื้อเครื่องชั่งแบบเข็ม ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก จะให้ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กนั้นหาซื้อเครื่องจักรในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบอัตโนมัติมาใช้ก็มีราคาแพงจนเกินไป [1] ปัจจุบันนี้มีการออกแบบพัฒนาระบบบรรจุเมล็ดพันธุ์ในหลายๆรูปแบบอาทิ เช่น วรุต และคณะได้ออกแบบ“เครื่องบรรจุเมล็ดข้าวสารกึ่งอัตโนมัติ”สามารถบรรจุข้าวสาร ที่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ในอัตรา 122 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม 88 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม 44 ถุงต่อชั่วโมง สำหรับการปิดผนึกสามารถปิดผนึกปากถุงได้อย่างเรียบร้อย และแสดงการนับถุงข้าวสาร ที่บรรจุและปิดผนึกเสร็จเรียบร้อย ออกทางส่วนแสดงผลด้วยแอลอีดี 7 ส่วน (Seven segment) [2]

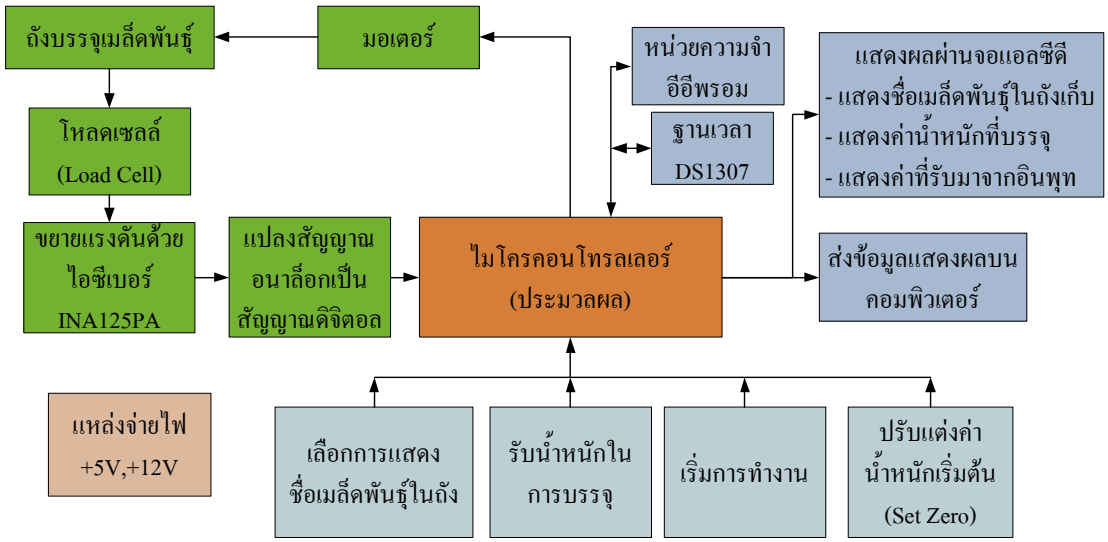
สันติ แซ่โค้ว และคณะ ได้ออกแบบพัฒนา “เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด” สามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ประเภทเมล็ดได้ตามเงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดไว้ที่น้ำหนัก

500 กรัม และ 1,000 กรัม ได้โดยมีค่าผิดพลาดสูงสุดในการชั่งน้ำหนักที่ 500 กรัม มีค่า ±5 กรัม และค่าผิดพลาดสูงสุดในการชั่งน้ำหนักที่ 1,000 กรัม มีค่า ±10 กรัม และทำการปิดผนึกปากถุงเรียบร้อย และนับจำนวนถุง ที่ปิดผนึกเรียบร้อยแล้วแสดงออกทางส่วนแสดงผลด้วย แอลอีดี 7 ส่วน (SEVEN SEGMENT) [3] สันติ หวังนิพพานโต และคณะ ได้ออกแบบ “เครื่องบรรจุเมล็ดพืชพันธุ์แบบสัดส่วน” จะเห็นว่าเครื่องจำลองการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบสัดส่วนเชิงน้ำหนักผลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปใช้งานได้จริง และเมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของรูปแบบการป้อนทั้งสองภายใต้ตัวแปรที่เหมือนกันโดยเลือกใช้ข้าวสารและถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบในการทดลองเปรียบเทียบพบว่ากรณีทดสอบด้วยข้าวให้ค่าความคลาดเคลื่อน 0.25% ในโหมดแบบขั้นตอน และ 1.10% ในโหมดแบบอัตโนมัติ และกรณีใช้ถั่วเขียวให้ค่าความคลาดเคลื่อน 0.01% ในโหมดแบบขั้นตอน และ 0.95% ในโหมดแบบอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามโหมดแบบขั้นตอนให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าโหมดแบบอัตโนมัติ และถ้าพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการป้อนแล้วโหมดแบบอัตโนมัติ ใช้เวลาน้อยกว่า ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้รูปแบบการป้อนได้ตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน [4][5]

ดังนั้นเพื่อให้การบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชมีค่าเที่ยงตรงมากขึ้นและเพิ่มจำนวนในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชที่มากขึ้น โดยการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์มาช่วยเพื่อลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากเครื่องชั่งหรือการอ่านค่าของผู้คนที่บรรจุ และยังสามารถลดจำนวนคนในการบรรจุจะได้ ลดต้นทุนในการจ้างคนมาบรรจุเมล็ดพันธุ์พืช และนอกจากนี้เครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติยังมีราคาที่ถูกกว่าเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบอัตโนมัติ

2. การออกแบบ และวิธีการทดลอง

โครงงานสามารถที่จะชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชจำพวกข้าวสาร ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ข้าวโพด เป็นต้น โดยเลือกน้ำหนักในการบรรจุเมล็ดพันธ์พืชได้ถึง 10 กิโลกรัม มีความผิดพลาดน้อยกว่าเครื่องชั่งแบบเข็ม สามารถแสดงผลบนจอแสดงผลแอลซีดีได้ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม และสามารถแสดงข้อมูลวันเวลา ชื่อเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุและน้ำหนักในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบไว้ได้ผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 ซึ่งแนวความคิดของการวิจัยแสดงดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์แบบกึ่งอัตโนมัติ

จากรูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงงานวิจัยเพื่อใช้ในการออกแบบวงจรสำหรับใช้งานได้ตามความต้องการของเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยแบ่งออกเป็นภาคการทำงานต่างๆ ดังนี้

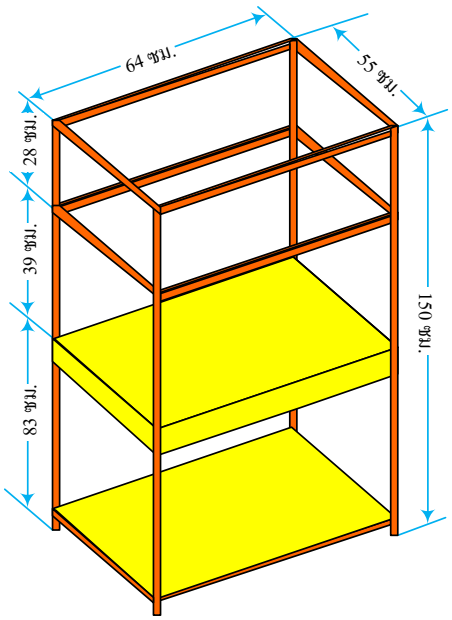
- แหล่งจ่ายไฟ (Supply) ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟ +5, +12 โวลต์ให้แก่วงจรต่าง ๆ

- โหลดเซลล์ (Load Cell) [6] ทำหน้าที่เปลี่ยนค่าน้ำหนักปริมาณทางฟิสิกส์เป็นแรงดันไฟฟ้า ภายในจะประกอบไปด้วยเซนเซอร์แบบสเตนเกจ 4 ตัว
- ขยายแรงดันด้วยไอซีเบอร์ INA125PA ทำหน้าที่ขยายแรงดันเอาท์พุตที่รับมาจากโหลดเซลล์ (Load Cell) ให้มีแรงดันไฟมากขึ้น
- แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to digital converter) [7] ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล
- ประมวลผล (Process) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานการแสดงผลทางจอแอลซีดีและควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เปิด - ปิด ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์
- มอเตอร์ (Motor) ทำหน้าที่เปิด - ปิดถังบรรจุเมล็ดพันธุ์
- แสดงผล (Display) ทำหน้าที่แสดงผลค่าน้ำหนักชนิดเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุ และน้ำหนักที่เลือกบรรจุ
- หน่วยความจำอีอีพรอม (EEPROM) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชโดยจะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับวัน, เวลา, ชื่อเมล็ดพันธุ์ที่ทำการบรรจุ และน้ำหนักที่ทำการบรรจุ
- ฐานเวลาด้วยไอซี DS1307 ทำหน้าที่เป็นฐานเวลาปัจจุบันในการเก็บข้อมูล

จากบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของโครงงานเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยสามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการรับคำสั่งการทำงานจากการกดสวิตซ์เพื่อเลือกชื่อของเมล็ดพันธุ์พืชในถังเก็บเมล็ดพันธุ์พืชและเลือกค่าน้ำหนักอินพุทของเมล็ดพันธุ์พืช เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วจึงกดสวิตซ์เริ่มการทำงานไมโครคอนโทรล-เลอร์จะสั่งให้มอเตอร์เปิด-ปิดถังเก็บเมล็ดพันธุ์พืชเพื่อปล่อยเมล็ดพันธุ์พืชใส่ในถุงหรือภาชนะซึ่งวางอยู่บนโหลดเซลล์ น้ำหนักที่กดลงบนโหลดเซลล์จะทำให้เกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงโดยมีลักษณะเป็นสัญญาณแบบอนาล็อก เพื่อให้ไมโครคอนโทรเลอร์สามารถประมวลผลได้นั้น จะต้องทำการแปลงจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับข้อมูลแบบดิจิตอลก็จะนำไปประมวลผลโดยการนำข้อมูลดิจิตอลไปเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำหนักในโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อประมวลผลเสร็จสิ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งแสดงผลชื่อเมล็ดพันธุ์ในถังเก็บเมล็ดพันธุ์, ค่าน้ำหนักอินพุทที่รับเข้ามาจากสวิตซ์รวมไปถึงค่าน้ำหนักที่โหลดเซลล์วัดได้ผ่านจอแสดงผลแอลซีดี และจะเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำอีอีพรอม

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนการนำข้อมูลจากหน่วยความจำอีอีพรอมไปแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ผ่านมาตรฐานพอร์ตอนุกรม RS232 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลวันที่ เวลา ชื่อเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุ และน้ำหนักในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชที่อ่านมาจากหน่วยความจำอีอีพรอมไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก เวอร์ชั่น 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) ในการออกแบบโปรแกรมแสดงผลบนคอมพิวเตอร์



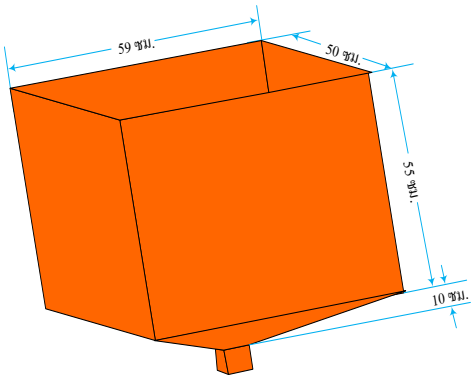
รูปที่ 2 ตัวโครงของเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ

หมายเหตุ วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แสดงในรูปที่ 9

การออกแบบทางโครงสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่ 1 ตัวโครงสร้างของโครงงาน ส่วนที่ 2 ถังเก็บเมล็ดพันธุ์พืช และส่วนที่ 3 ตัวเปิด – ปิดปล่อยเมล็ดพันธุ์พืช

<u>ส่วนที่ 1ตัวโครงสร้างของโครงงาน</u>

จะใช้เหล็กกล่องเชื่อมเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้าง 55 เซนติเมตร ความยาว 64 เซนติเมตร และความสูง 150 เซนติเมตร โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น สำหรับวางโหลดเซลล์ 1 ชั้น โดยจะอยู่ในส่วนของชั้นที่ 2 ส่วนอีก 1 ชั้น ใช้สำหรับวางเท้าเพื่อให้สามารถนั่งบรรจุได้โดยจะอยู่ในส่วนของชั้นที่ 3 ชั้นล่างสุด หรือจะใช้สำหรับวางเมล็ดพันธุ์พืชก็ได้ นอกจากนี้ยังทำคานเพิ่มอีก 1 ชั้น สำหรับติดตั้งมอเตอร์ที่ใช้สำหรับเปิด-ปิด ปล่อยเมล็ดพันธุ์ซึ่งจะอยู่ในส่วนของชั้นบนสุดดังแสดงในรูปที่ 2



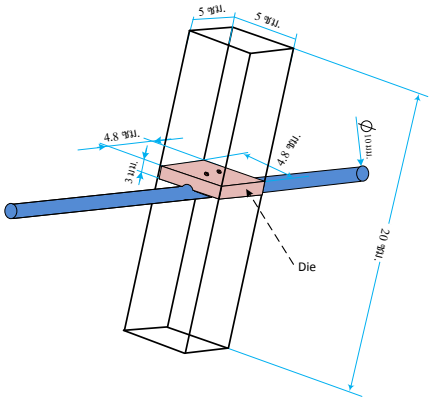
รูปที่ 3 ตัวถังบรรจุของเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ

<u>ส่วนที่ 2 ถังเก็บเมล็ดพันธุ์พืช</u>

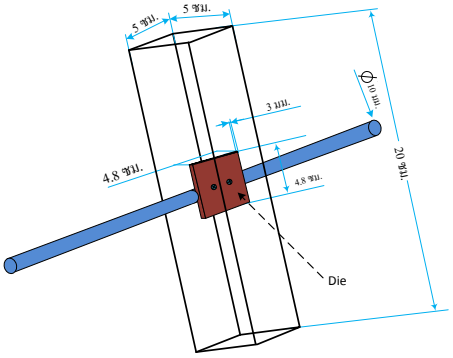
ในการออกแบบถังบรรจุนั้นได้ออกแบบไว้นั้นเป็นกรวยทรงสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 59 เซนติเมตร และความสูง 55 เซนติเมตร และตัวกรวยมีความสูง 10 เซนติเมตร ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 3

<u>ส่วนที่ 3 ตัวเปิด – ปิดปล่อยเมล็ดพันธุ์ (Open – Close Die)</u>

ในการออกแบบตัวเปิด-ปิดปล่อยเมล็ดพันธุ์ ที่ใช้มอเตอร์ในการวบคุมโดยจะประกอบไปด้วยตัวปล่องปล่อยที่มีความกว้าง 5 เซนติเมตร ความยาว 5 เซนติเมตร และมีความสูงอยู่ที่ 20 เซนติเมตร นอกจากนี้จะมีแกนกลมขนาด 10 มิลลิเมตร ภายในปล่องปล่อยวัสดุซึ่งจะติดแผ่นพลาสติกหนา 3 มิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 4.8 เซนติเมตร ความยาว 4.8 เซนติเมตร เพื่อทำหน้าที่เปิด-ปิดปล่อยเมล็ดพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 4-6



รูปที่ 4 ตัวปล่อยขณะปิดของเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 5 ตัวปล่อยขณะเปิดของเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ

รูปที่ 6 เครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติที่จัดทำเสร็จ

3. บันทึกผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองโดยทำการทดลองหาความผิดพลาด และเวลาที่ใช้ในการบรรจุเมล็ดพันธุ์ ของถั่วเขียว และข้าวเปลือกที่ระดับน้ำหนักต่างๆ และทดลองหา

ความสามารถในการบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ข้าวเปลือก และข้าวโพด ซึ่งผลการทดลองดังแสดงในรูปกราฟที่ 7 และ 8

การทดลองเพื่อหาค่าความผิดพลาดของการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชรวมไปถึงเวลาที่ใช้ในการบรรจุ ได้ทดสอบการใช้งานแล้วสามารถบรรจุถั่วเขียว ที่น้ำหนัก 500 กรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 2.81 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 1,000 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 5.24 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 650 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 19.36 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 178 ถุงต่อชั่วโมง โดยมีความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.45 เปอร์เซ็นต์ และสามารถบรรจุข้าวเปลือก ที่น้ำหนัก 500 กรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 4.30 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 827 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 11.37 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 303 ถุงต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 36.03 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 98 ถุงต่อชั่วโมง โดยมีความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 3.70 เปอร์เซ็นต์

การทดลองบรรจุเมล็ดพันธุ์พืช ในการทดลองนี้ทำการทดลองเพื่อหาความสามารถในการบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชด้วยเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองบรรจุเมล็ดพันธุ์พืช

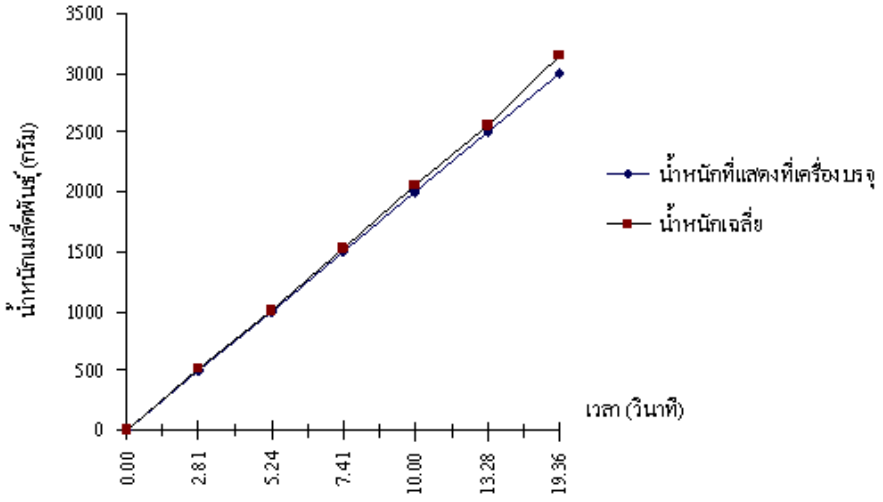
ชนิด เมล็ดพันธุ์พืช	น้ำหนัก ที่บรรจุเข้า	น้ำหนัก ที่บรรจุออก
ถั่วเขียว	90 กิโลกรัม	88 กิโลกรัม
ข้าวเปลือก	80 กิโลกรัม	75 กิโลกรัม
ข้าวโพด	60 กิโลกรัม	53 กิโลกรัม

จากตารางที่ 1 พบว่าเมล็ดพันธุ์พืชจะมีการติดค้างอยู่บริเวณกรวย เพราะกรวยมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม แทนที่จะบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชได้หมดแต่ก็มีการติดค้างในถังบรรจุโดยถั่วเขียวจะมีการติดค้างอยู่ 2 กิโลกรัม ข้าวเปลือกมีการติดค้าง 5 กิโลกรัม และข้าวโพดมีการติดค้าง 7 กิโลกรัม ซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานของเมล็ดพันธุ์พืชกับผิวของถังบรรจุ

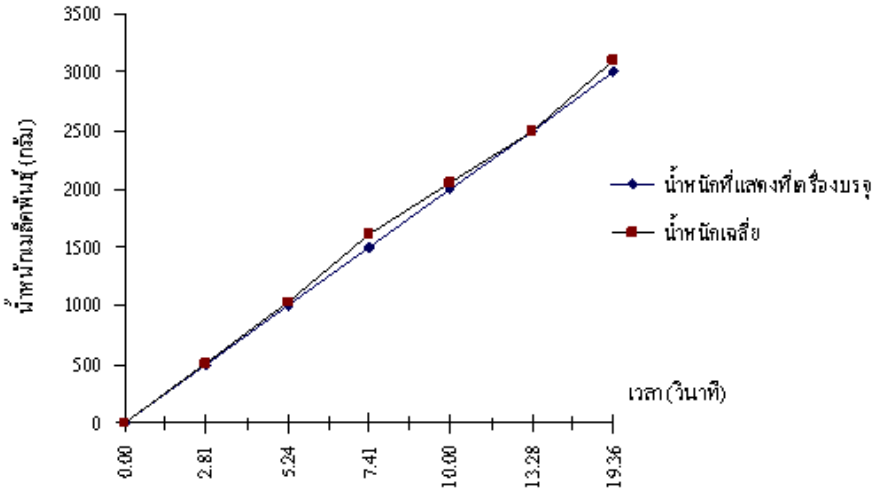
4. สรุป และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการออกแบบระบบเปิด-ปิดโดยใช้มอเตอร์ในการควบคุมสามารถทำการเปิด-ปิดได้ดีให้ค่าน้ำหนักที่ใกล้เคียงกับค่าน้ำหนักมาตรฐาน ส่วนในการออกแบบการตรวจจับน้ำหนักนั้นสามารถที่จะทำการชั่งน้ำหนักได้อย่างถูกต้องและสามารถบันทึกข้อมูลในการบรรจุลงในหน่วยความจำอีอีพรอมพร้อมทั้งสามารถนำข้อมูลมาแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้จะเห็นว่าการบรรจุเมล็ดพันธุ์ด้วยจำนวนน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจะใช้เวลาในการบรรจุเพิ่มขึ้นทำให้อัตราในการบรรจุลดลง และเมื่อเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์พืชที่ใช้ในการบรรจุทำให้อัตราในการบรรจุลดลงที่เวลาเท่าเดิมนั้นเกิดจากสาเหตุของเมล็ดพันธุ์มีน้ำหนักและขนาดที่ไม่เท่ากัน ส่วนระบบการปล่อยเมล็ดพันธุ์ควรเปลี่ยนเป็นชุดเปิด-ปิดเป็นระบบนิวเมติกส์ เพื่อเพิ่มความเร็วในการปล่อยวัสดุ และเพื่อป้องกันความล้าที่เกิดจากแกนเกลียวขับลิ้นเปิด-ปิดของมอเตอร์ด้วย หรืออาจจะใช้เป็นมอเตอร์เหมือนเดิมแต่ต้องเป็นมอเตอร์ที่มีความเร็วสูง นอกจากนี้ควรจะเปลี่ยนลักษณะของถังบรรจุจากทรงสี่เหลี่ยมเป็นถังบรรจุทรงกลม ซึ่งจะสามารถลดแรงเสียดทานที่เกิดบริเวณผิวของผนังถังบรรจุ



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเมล็ดพันธุ์กับเวลาเฉลี่ยในการบรรจุถั่วเขียว



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเมล็ดพันธุ์กับเวลาเฉลี่ยการบรรจุข้าวเปลือก

เอกสารอ้างอิง

[1] ประนอม ศรัยสวัสดิ์, “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์,” ข่าวสารเมล็ดพันธุ์พืชปีที่ 11 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน, 2547.

[2] วรุต อังศุธรารักษ์ กมลเทพ หนูน้อย สันติ แซ่โค้ว ศุภสิทธิ์ นิติธีรวรรณ และ สาวิตรี มากเกตุ, “เครื่องบรรจุเมล็ดข้าวสารกึ่งอัตโนมัติ,” ปริญญานิพนธ์ (ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

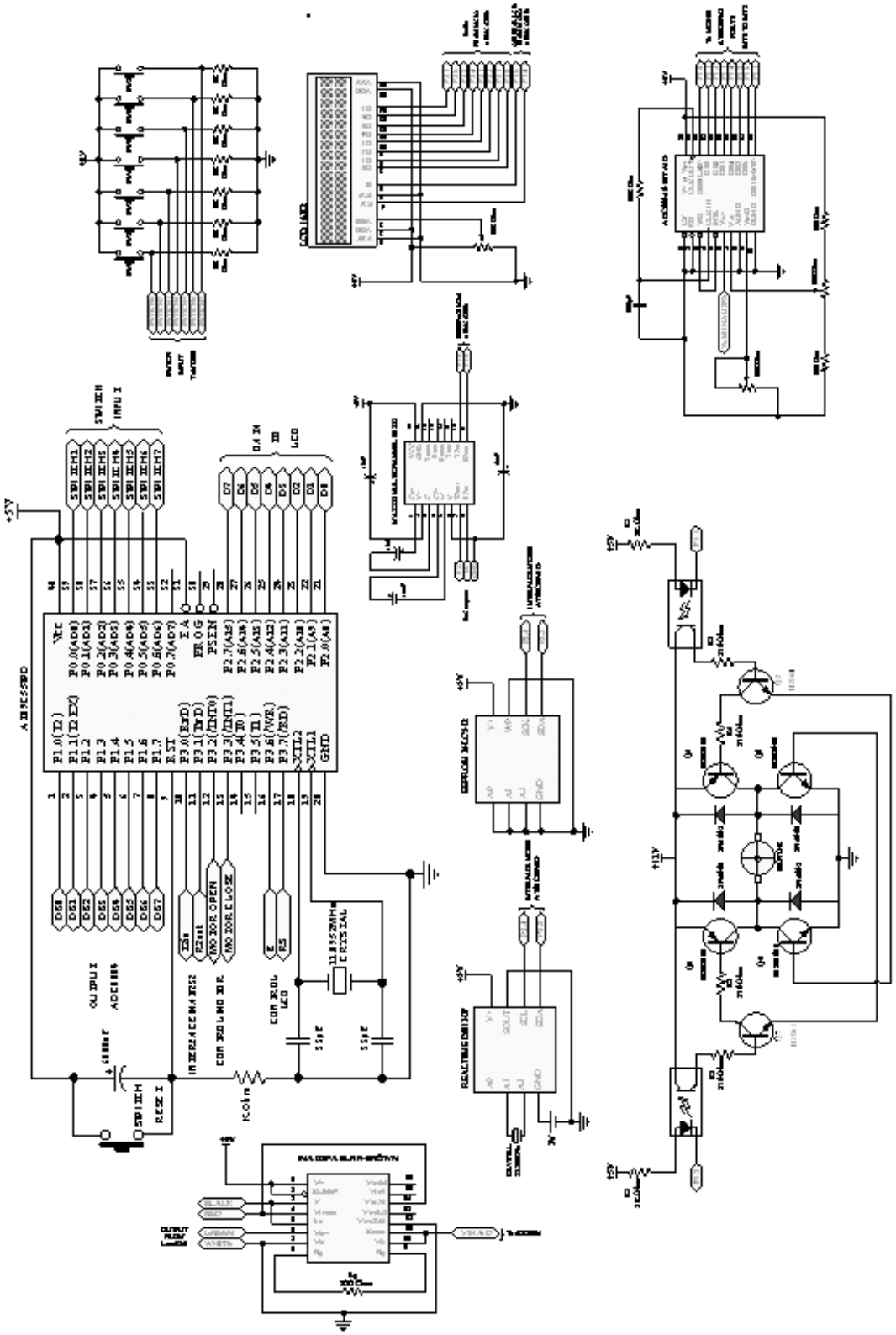
[3] สันติ แซ่โค้ว ศุภสิทธิ์ นิติธีรวรรณ และ สาวิตรี มากเกตุ, “เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ประเภทเม็ด,” ปริญญานิพนธ์ (ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[4] อุดม หลีกภัย, “เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล,” ปริญญานิพนธ์ (ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

[5] สันติ หวังนิพพานโต และ สิริศร มิตรานานท์, “เครื่องบรรจุเมล็ดพืชพันธุ์แบบสัดส่วน,” การประชุมเชิงวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน, มปป.

[6] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์, เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม, กรุงเทพฯ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548.

[7] “วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (Digital to Analog Converter)”, สาขาเทคโน - โลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันเกษม, [Online]. เข้าถึงได้จาก http//www.elecnet.-chandra.ac.th/learn /tipntrick/atd/default.htm.



รูปที่ 9 วงจรรวมเครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์พืชแบบกึ่งอัตโนมัติ